

Document Summary



[Preview Claims](#)
[Preview Full Text](#)
[Preview Full Image](#)

Email Link:

Document ID: JP 09-185023 A2

ID:

Title: METHOD FOR ADJUSTING HIGH SPEED POLARIZED WAVE SCRAMBLER

Assignee: KOKUSAI DENSHIN DENWA CO LTD

Inventor: TAGA HIDENORI
YAMAMOTO SHU
AKIBA SHIGEYUKI

US Class:

Int'l Class: G02F 01/01 A; H01S 03/10 B; H04B 10/152 B; H04B 10/142 B; H04B 10/04 B; H04B 10/06 B; H04B 10/02 B; H04B 10/18 B

Issue Date: 07/15/1997

Filing Date: 12/27/1995

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high speed polarized wave scrambler adjusting method capable of simply adjusting the phase of a high speed polarized wave scrambler driving signal which can be executed only by measuring characteristics obtained after long distance transmission in a conventional method.

SOLUTION: This high speed polarized wave scrambler 3 is phase-adjusted by a clock phase-adjusted by a phase adjusting mechanism 5. A light spectrum analyzer 7 displays the light spectrum of scrambled laser light. When components having high frequency are included in the modulated components of output light from the scrambler 3, transmission characteristics can be improved in accordance with the quantity of the components. When the phase of the scrambler 3 is adjusted so that much more power exists on the short wavelength side (high frequency side) of the light spectrum displayed on the analyzer 7, characteristics obtained after long distance transmission can be improved.

(C)1997,JPO

特開平9-185023

(43)公開日 平成9年(1997)7月15日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/01
 H 0 1 S 3/10
 H 0 4 B 10/152
 10/142
 10/04

識別記号 庁内整理番号

F I

G 0 2 F 1/01
 H 0 1 S 3/10
 H 0 4 B 9/00

技術表示箇所

B
 A
 L
 M

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全9頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平7-351987

(22)出願日

平成7年(1995)12月27日

(71)出願人 000001214

国際電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号

(72)発明者 多賀 秀徳

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際
電信電話株式会社内

(72)発明者 山本 周

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際
電信電話株式会社内

(72)発明者 秋葉 重幸

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際
電信電話株式会社内

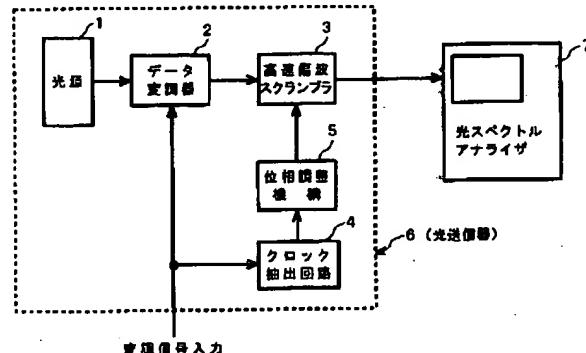
(74)代理人 弁理士 田中 香樹 (外1名)

(54)【発明の名称】 高速偏波スクランブラの調整方法

(57)【要約】

【課題】 長距離伝送後の特性を測定することによってしか行うことが不可能であった高速偏波スクランブラ駆動信号の位相調整を簡便に行うことのできる高速偏波スクランブラの調整方法を提供することにある。

【解決手段】 高速偏波スクランブラ3は位相調整機構5によって位相調整されたクロックで、位相調整される。光スペクトルアナライザ7はスクランブルされたレーザ光の光スペクトルを表示する。本発明者は図示の装置を用いて実験をし、その結果を検討した結果、高速偏波スクランブラ3の出力光の変調成分中に、周波数の高い成分が多く含まれている程、伝送特性が改善されていることを見いだした。そこで、前記光スペクトルアナライザ7に表示された光スペクトルにおいて、短波長側(高周波側)により多くのパワーが存在するように高速偏波スクランブラ3の位相を調整すると、長距離伝送後の特性を良好にすることができます。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光送信器の偏波状態を該光送信器のビットレートと同一の周波数で高速に変調する高速偏波スクランブル装置の調整方法において、

偏波変調に使用する信号の位相を変えながら光スペクトルを観測し、該光スペクトルの短波長側（高周波側）により多くのパワーが発生するように位相を調整するようにしたことを特徴とする高速偏波スクランブルの調整方法。

【請求項 2】 請求項 1 の高速偏波スクランブルの調整方法において、

偏波変調に使用する信号が、ビットレートと同一の周波数の正弦波であることを特徴とする高速偏波スクランブルの調整方法。

【請求項 3】 請求項 1 の高速偏波スクランブルの調整方法において、

偏波変調に使用する信号が、ビットレートと同一の周波数の三角波であることを特徴とする高速偏波スクランブルの調整方法。

【請求項 4】 光送信器の偏波状態を該光送信器のビットレートと同一の周波数で高速に変調する高速偏波スクランブル装置の調整方法において、

偏波変調に使用する信号の位相を変えながら、観測した光スペクトルと参照となる光スペクトルとの差を取り、短波長側の山の盛り上がりが一番大きくなるように位相を調整するようにしたことを特徴とする高速偏波スクランブルの調整方法。

【請求項 5】 請求項 1 または 4 の高速偏波スクランブルの調整方法において、

前記偏波変調に使用する信号の位相の変化と、該変化に伴って得られる光スペクトルの短波長側のパワーの最大値または観測した光スペクトルと参照となる光スペクトルとの差を取り、短波長側の山の盛り上がりの最大値の検出を、制御用コンピュータを用いて、自動的に行うようにしたことを特徴とする高速偏波スクランブルの調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は高速偏波スクランブルの調整方法に関し、特に、光増幅中継伝送路の送信側に設置される光送信器に使用され、光増幅中継伝送路が有する偏波依存性損失 (Polarization Dependent Loss, PDL)、偏波依存性利得 (Polarization Dependent Gain, PDG もしくは Polarization Hole Burning, PHB) の影響による伝送特性劣化を低減することができる、高速偏波スクランブルの調整方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光増幅器を多中継した光伝送路においては、光増幅器が有する PDL、PDG という微少な偏波依存性の累積により伝送特性が劣化させられることが知

られている。PDL、PDG を抑圧し伝送特性を改善する手法として、ビットレートと同一の周波数以上の高速で偏波をスクランブルする高速偏波スクランブルが有効である（参考文献：F. Heismann, et al., IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 6, no. 9, pp1156-1158, 1994）。高速スクランブルの周波数としては、ビットレートと同一の周波数でしかも変調信号に同期している場合が伝送特性を最良にすることが報告されている（参考文献：F. Heismann, I0OC' 95, Paper FD1-2, 1995）が、一方高速スクランブルに加える信号の位相によっては、著しく特性を劣化させる場合があることが発明者らの検討により明らかになった。

【0003】図 1 1 は、横軸を高速偏波スクランブルに加える信号の位相の相対値とし、縦軸を長距離 (880 km) 伝送後の Q 値として 5.3 Gbps で測定した結果の一例である。スクランブル駆動信号の位相を 1 ビット周期にあたる約 180 ps (ピコ秒) の範囲で変化させると、伝送後の Q 値が約 3 dB も変化することがわかる。この変化は、符号誤り率に置き換えると約 10^{-7} から約 10^{-13} へのおよそ 6 衍という大きな変化であり、高速スクランブルの位相調整を厳密に行なうことが伝送特性を良好に保つ上で重要であることがわかる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高速スクランブルを位相調整するためには、該高速スクランブルを有する光送信器から光信号を送出し、これを長距離伝送した後の光信号によって伝送特性測定を行い、該伝送特性の評価をすることが従来は不可避である。このため、高速スクランブルの位相調整のために長距離の光ケーブルが必要になると共に、その調整が困難であるという問題があった。

【0005】本発明の目的は、前記した従来技術の問題点を除去し、長距離伝送後の特性を測定することによってしか行なうことが不可能であった高速偏波スクランブル駆動信号の位相調整を、簡便に行なうことのできる高速偏波スクランブルの調整方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】発明者らの検討の結果、伝送特性を改善する場合には高速スクランブルの変調成分中に周波数の高い成分がより多く含まれていることが明らかとなった。そこで、本発明は、光送信器の偏波状態を該光送信器のビットレートと同一の周波数で高速に変調する高速偏波スクランブル装置の調整方法において、偏波変調に使用する信号の位相を変えながら光スペクトルを観測し、該光スペクトルの短波長側（高周波側）により多くのパワーが発生するように位相を調整するようにした点に第 1 の特徴がある。また、偏波変調に使用する信号の位相を変えながら、観測した光スペクトルと参照となる光スペクトルとの差を取り、短波長側の山の盛り上がりが一番大きくなるように位相を調整する

ようにした点に第2の特徴がある。さらに、偏波変調に使用する信号の位相の変化と、該変化に伴って得られる光スペクトルの短波長側のパワーの最大値または観測した光スペクトルと参照となる光スペクトルとの差を取り、短波長側の山の盛り上がりの最大値の検出を、制御用コンピュータを用いて、自動的に行うようにした点に第3の特徴がある。

【0007】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して、本発明を詳細に説明する。図1は本発明の一実施形態を実現する装置の構成を示すブロック図である。図において、1は光源、2は該光源1から出力された光を変調するデータ変調器、3は変調されたレーザ光の偏波をスクランブルする高速偏波スクランblerである。この高速偏波スクランbler3の偏波変調に使用する信号は、ビットレートと同一の周波数の正弦波であってもよく、また三角波であっても良い。また、4は変調信号から高速偏波スクランblerを駆動するためのクロック信号を抽出するクロック抽出回路、5は該クロック信号の位相を調整する位相調整機構である。高速偏波スクランbler3は該位相調整機構5から出力されたクロック信号により駆動される。光送信器6は上記した構成要素により構成されている。7は高速偏波スクランbler3から出力された光信号の光スペクトルを測定する光スペクトラムアナライザである。

【0008】前記データ変調器2としては、市販のニオブ酸リチウム導波路を使用したマッハツエンダ型強度変調器や電気吸収型半導体光変調器を用いることができる。前記高速偏波スクランbler3としては、ニオブ酸リチウム導波路を使用した位相変調器の入力に、偏光子を45度に傾けて設置した市販製品を用いることができる。クロック抽出回路4としては、次のものを用いることができる。データ変調器2に入力する変調信号は、通常はノンリターントゥゼロ(NRZ)と呼ばれるフォーマットのデジタル信号である。この変調信号は、クロック周波数の半分の周波数の成分はもっているが、クロック周波数そのものの成分は持っていない。したがって、該クロック抽出回路4としては、クロック周波数の半分の周波数の成分をフィルタで抽出し、これを周波数倍器で2倍にする装置、あるいは変調信号を微分してクロック周波数の成分を発生させ、これをフィルタで抽出する装置等を用いることができる。なお、該フィルタとしては、表面弹性波フィルタ、誘電体共振器フィルタ等を用いることができる。

【0009】また、前記位相調整機構5としては、原理的には、電気信号を伝える同軸ケーブルの長さを変えることにより、その伝搬時間を変化させるようすればよく、例えば、図2に示されているような、トロンボーンのように長さを変せることのできる導波管を利用し、その長さを機械的に調整することにより実現するこ

とができる。クロック抽出回路4で抽出されたクロックは該導波管の一方の端子から入り、位相調整されて他方の端子から出力され、高速偏波スクランbler3に入力する。

【0010】本発明者は上記の構成の装置を用いて実験をし、その結果を検討した結果、高速偏波スクランbler3の変調成分中に、周波数の高い成分が多く含まれている程、伝送特性が改善されていることを見いたしました。図3～図5は前記光スペクトラムアナライザ7に表示される光スペクトルの波形を示し、図3は伝送特性が良好な場合の高速偏波スクランbler3の出力の光スペクトル、図4は伝送特性が劣悪な場合の高速偏波スクランbler3の出力の光スペクトル、図5は高速偏波スクランbler3を使用しない場合の光スペクトルを示す。図3、図4の光スペクトルは、図5のそれより、スペクトルが広がっているが、これは高速偏波スクランbler3の変調成分によるものであり、図3では短波長側(高周波側)により多くのパワーが存在していることが明らかである(両図の左側から4マス目の高さの違い)。

【0011】そこで、この実施形態では、操作者が位相調整機構5で高速偏波スクランbler3の駆動信号の位相を変化させながら、光スペクトラムアナライザ7に表示される光スペクトルを繰り返し観測する。そして、短波長側の盛り上がりが最大となるように、高速スクランbler駆動位相の調整を行うことにより、最適な位相条件を見つけだす。このようにすることにより、長距離(例えば、8800km)の光ケーブルを用いることなく、高速偏波スクランbler駆動信号の位相調整を、簡便に行うことができる。

【0012】次に、本発明の第2の実施形態を、図6を参照して説明する。図6は本実施形態に使用される装置の構成を示すブロック図である。図において、8は位相調整機構5と高速偏波スクランbler3との間に設けられたオンオフスイッチであり、他の符号は図1の同符号と同一または同等物を示す。

【0013】本実施形態においては、まず、スイッチ8をオフにし、高速偏波スクランbler3を駆動しないで光信号のスペクトル測定を行い、この測定値をリファレンスとする。次に、スイッチ8をオンにし、高速偏波スクランbler3を駆動して測定したスペクトルから減算処理を行った表示(この機能は、市販の光スペクトラムアナライザ内蔵されている)をさせる。すると、図7(a)(b)のようなスペクトルが得られる。これを繰り返し観測しながら高速スクランbler駆動位相の調整を行い、短波長側の山の盛り上がり、すなわち図7(a)のように、二つの山のうちの左側の山が最大となるように調整をすれば、最適な駆動位相が得られる。なお、同図(b)は、高速スクランbler駆動位相の調整が劣悪な場合の表示例である。この実施形態においても、第1の実施形態と同様に、長距離の光ケーブルを用いることなく、高速偏波

スクランブル駆動信号の位相調整を、簡便に行うことができる。

【0014】次に、本発明の第3の実施形態について説明する。この実施形態は、自動的に高速偏波スクランブル3の位相調整をすることができるようとしたものである。図8は本実施形態に使用される装置の構成を示すブロック図である。図において、9は制御用コンピュータであり、他の符号は図1と同一または同等物を示す。図9は本実施例に使用される位相調整機構5の一具体例を示す図である。この具体例では、ステッピングモータ11とこれによって駆動される歯車12とによって、導波管13を伸び縮みさせるようにしたものである。該ステッピングモータ11には前記制御用コンピュータ9から制御信号が供給されるので、該導波管13の伸び縮みは、制御用コンピュータ9によって制御されることになる。なお、この構成は一例であり、他の構成であってもよい。また、該制御用コンピュータ9は、位相調整機構5の位相を適当なステップで変更する指示を出しながら光スペクトルを測定し、光スペクトラムアナライザ7の測定データを取り込んで、それに応じて最適位相を設定する。

【0015】次に、該制御用コンピュータ9の動作を、図10のフローチャートを参照して説明する。ステップS1では、位相調整機構5をリセットする。例えば、位相が0になるようにする。ステップS2では、この時の光スペクトルを測定し、そのデータを取込む。ステップS3では、位相を一周期測定したか否かの判断をする。この判断が否定の場合には、ステップS4に進んで、位相調整機構5の位相を予め定められているステップだけ変化させる。そして、ステップS2でこの時の光スペクトルを測定し、そのデータを取込む。この動作を、ステップS3の判断が肯定になるまで、すなわち位相調整機構5が一周期分変化するまで繰行する。

【0016】ステップS3の判断が肯定になると、ステップS5に進んで、測定データの中から高周波成分を最も多く含むスペクトルを選択する。次に、ステップS6では、該高周波成分を最も多く含むスペクトルを測定した時の位相に、位相調整機構5を設定する。

【0017】なお、前記ステップS5の判断は、前記第1の実施形態のように、光スペクトルの短波長側の盛り上がりが最大となる所を選んでも良いし、第2の実施形態のように、リファレンスのスペクトルと位相調整機構

5の位相を前記ステップで変化させた時の差を取り、短波長側の山の盛り上がりが一番大きい所を選ぶようにしてもよい。以上のように、本実施形態によれば、操作者の熟練を必要とすることなく、また長距離の光ケーブルを用いることなく、容易に高速スクランブル駆動位相の調整を行うことができる。

【0018】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、光スペクトラムアナライザを用いて高速偏波スクランブルの位相調整をすることができるので、長距離の光増幅中継伝送路を使用し長距離伝送後の特性を測定する必要がなくなり、該位相調整を簡便に行うことができるようになる。また、この結果、その経済的効果は絶大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に使用される装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1の位相調整機構の一具体例を示す図である。

【図3】 伝送特性が良好な時の光スペクトルの一例を示す図である。

【図4】 伝送特性が劣悪な時の光スペクトルの一例を示す図である。

【図5】 高速偏波スクランブルを使用しない場合の光スペクトルの一例を示す図である。

【図6】 本発明の第2の実施形態に使用される装置の構成を示すブロック図である。

【図7】 本実施形態における光スペクトラムアナライザの表示例を示す図である。

【図8】 本発明の第3の実施形態に使用される装置の構成を示すブロック図である。

【図9】 図8の位相調整機構の一具体例を示す図である。

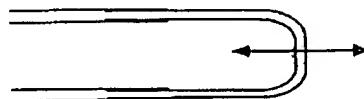
【図10】 図8の制御用コンピュータの動作を示すフローチャートである。

【図11】 スクランブルされて伝送された光信号が位相の影響を受けることを示す図である。

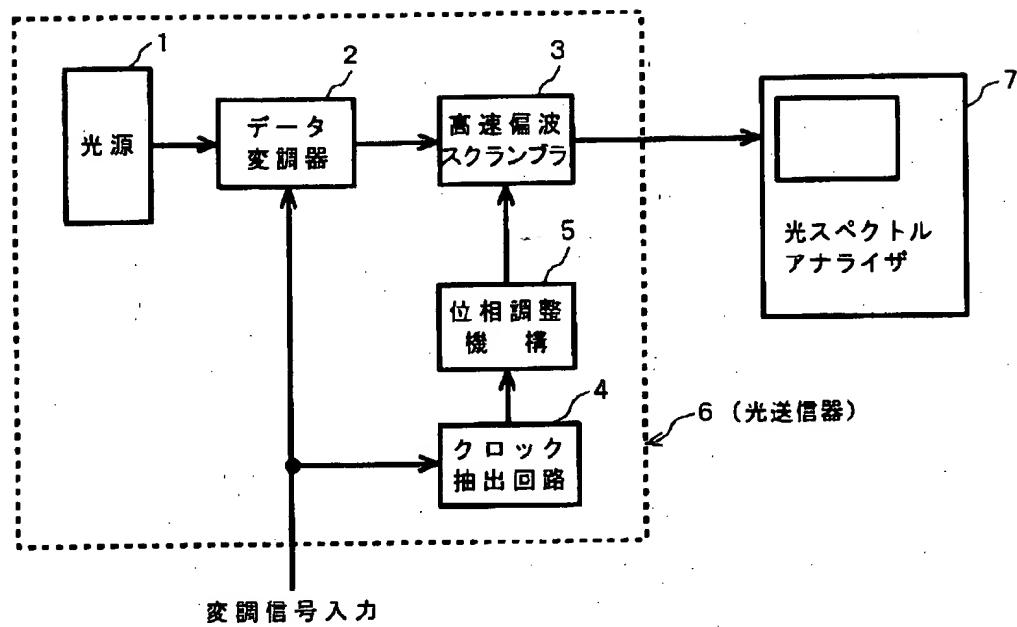
【符号の説明】

1…レーザ光源、2…データ変調器、3…高速偏波スクランブル、4…クロック抽出回路、5…位相調整機構、6…光送信器、7…光スペクトラムアナライザ、8…スイッチ、9…制御用コンピュータ。

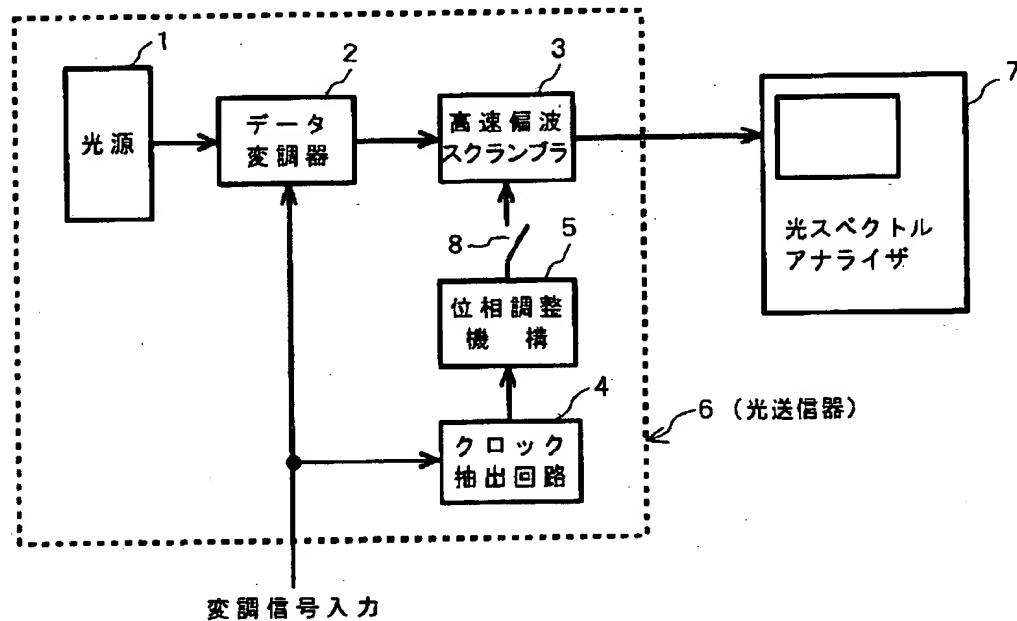
【図2】



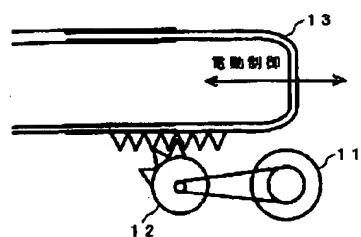
【図1】



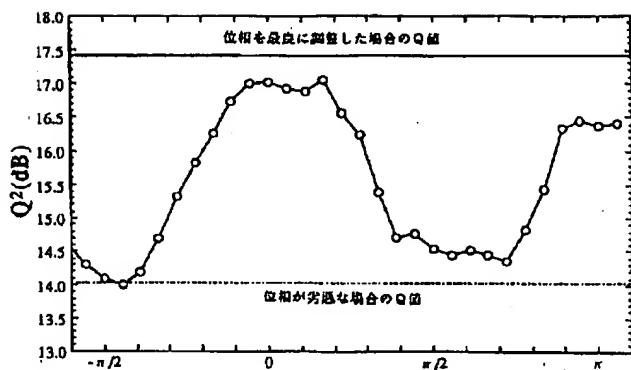
【図6】



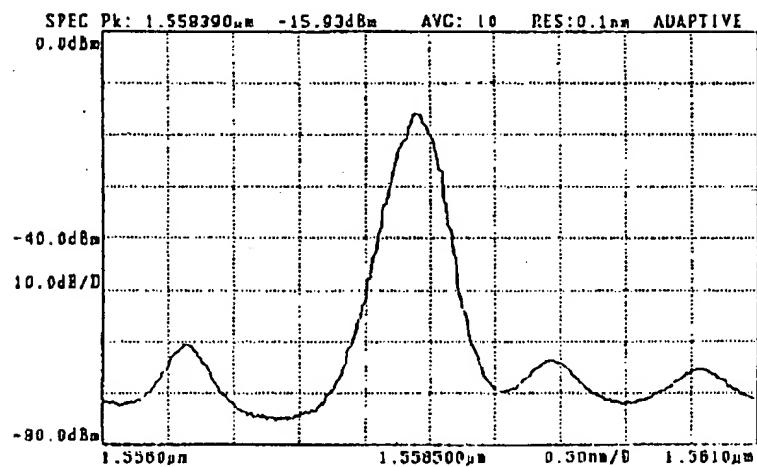
【図9】



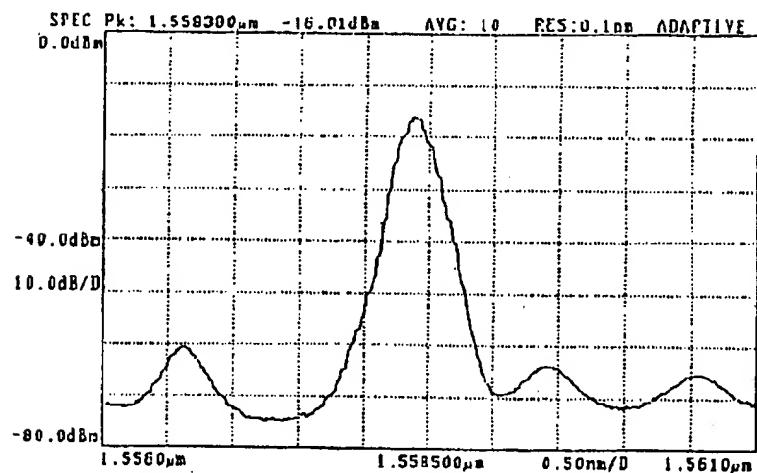
【図1】



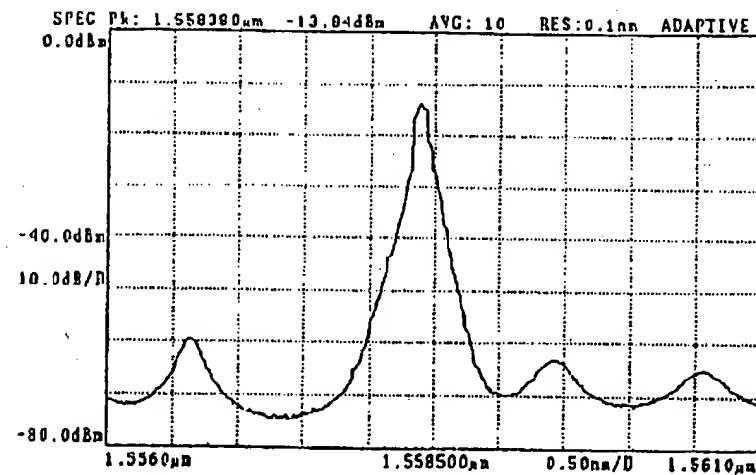
【図3】



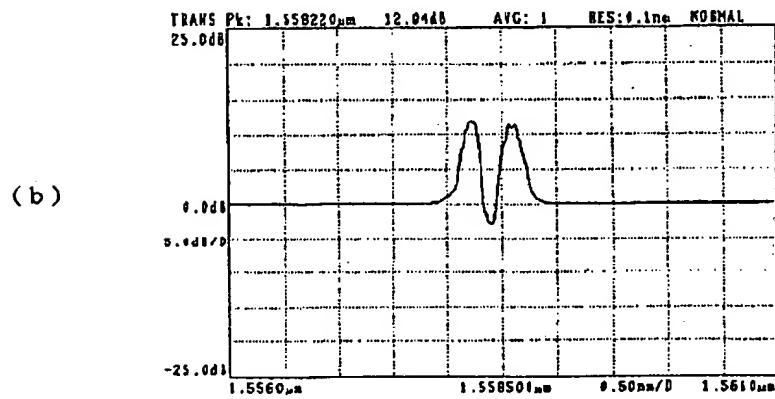
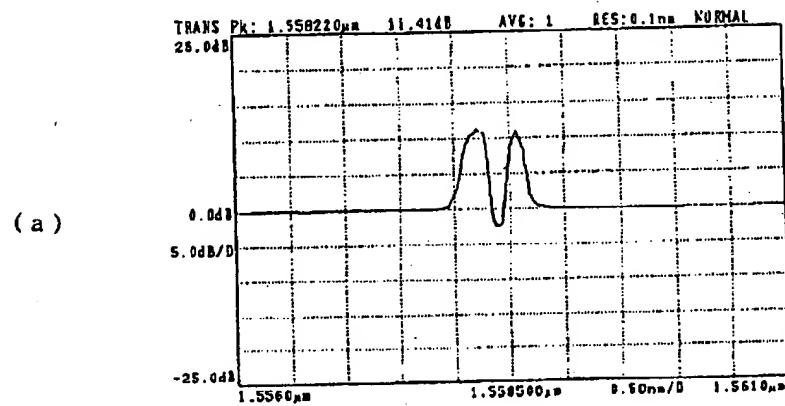
【図4】



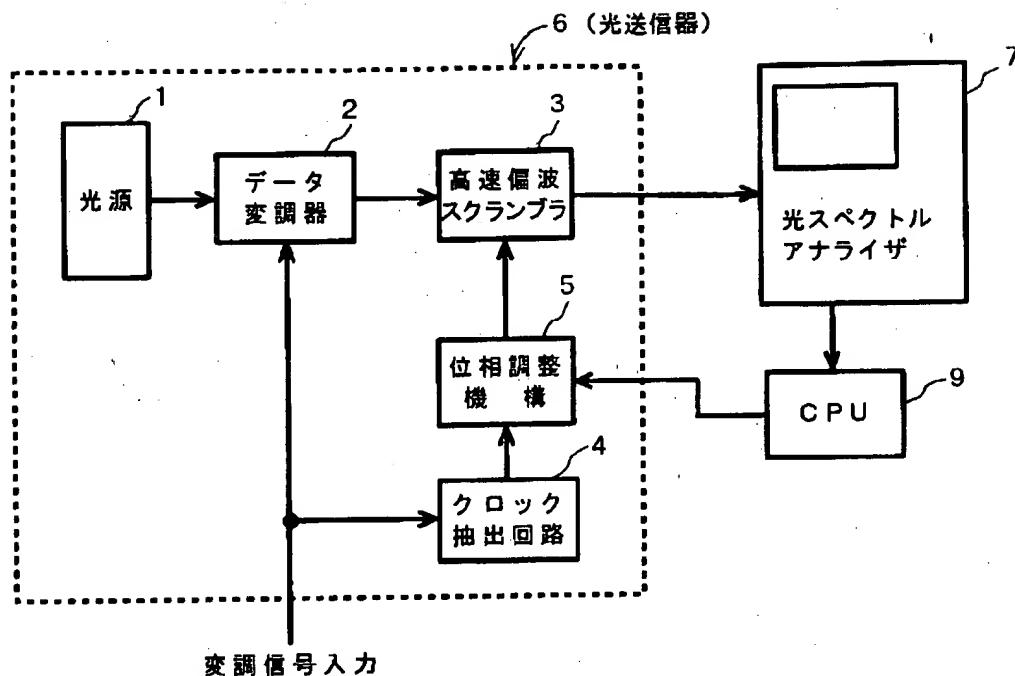
【図5】



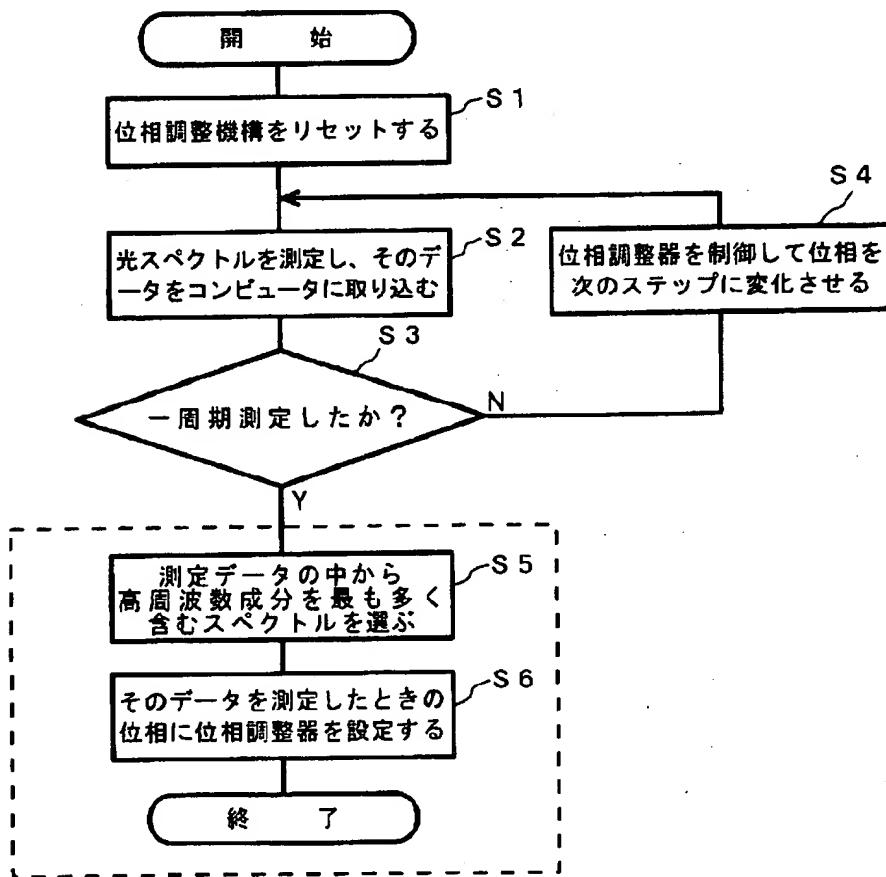
【図7】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H 04 B 10/06

10/02

10/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所